

Aktivity CVŘ a UJV v oblasti testování bezpečnosti paliva po suchém skladování

www.cvrez.cz

Ondřej Srba, Jan Prehradný, Mariia Zimina
Centrum výzkumu Řež s.r.o.
ondrej.srba@cvrez.cz

Jan Klouzal
UVJ a.s.

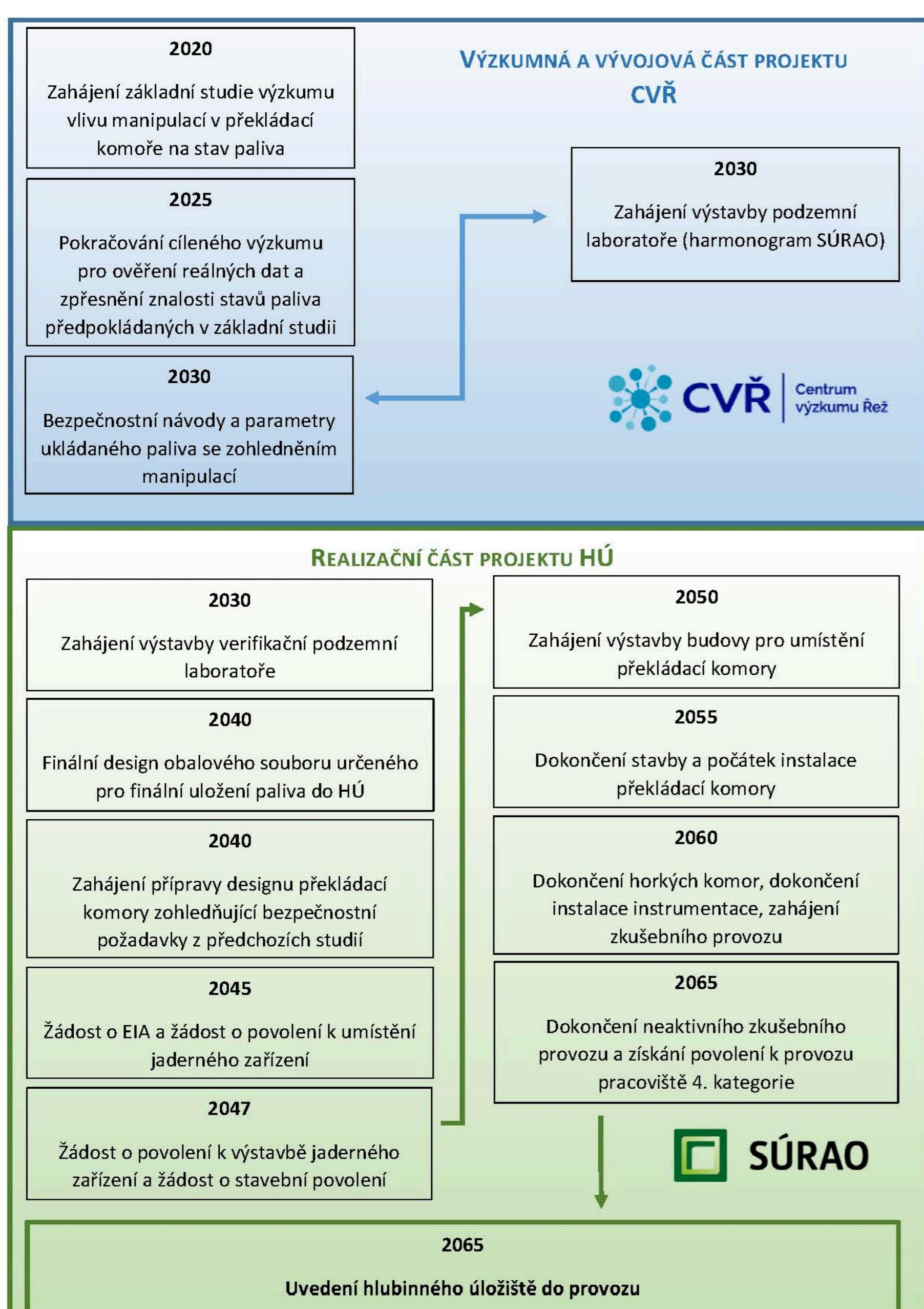
Abstrakt

Pokrytí jaderného paliva představuje významnou fyzickou bariéru bránící úniku radioaktivních látek nejen během provozu, ale také při následném skladování použitého jaderného paliva. Zejména v průběhu ozařování jaderného paliva v reaktoru, ale i při následného pobytu v skladování a při dlouhodobém suchém skladování v obalovém souboru dochází ke změnám mikrostruktury a degradaci makroskopických mechanických vlastností pokrytí paliva a dalších konstrukčních materiálů palivových souborů. Přitom i při transportu použitého jaderného paliva na lokalitu trvalého úložiště a manipulacích před jeho konečným uložením v hlubinném úložišti je nutné zajistit, aby tato bariéra nebyla poškozena.

Posouzení bezpečnosti transportu a manipulací s použitým jaderným palivem proto vyžaduje úploufou znalost stavu paliva a výpočetní aparát schopný simulovat degradační procesy a vyhodnotit jejich vliv. Využití výzkumné infrastruktury Centra Výzkumu Řež, zejména pak horkých komor, umožňuje v synergii se pokročilými výpočetními analýzami prováděnými v UVJ Řež a.s. získat a aplikovat nezbytné výsledky.



Harmonogram činností CVŘ a UVJ v oblasti bezpečnosti použitého paliva v podmínkách manipulací pro potřeby SÚRAO

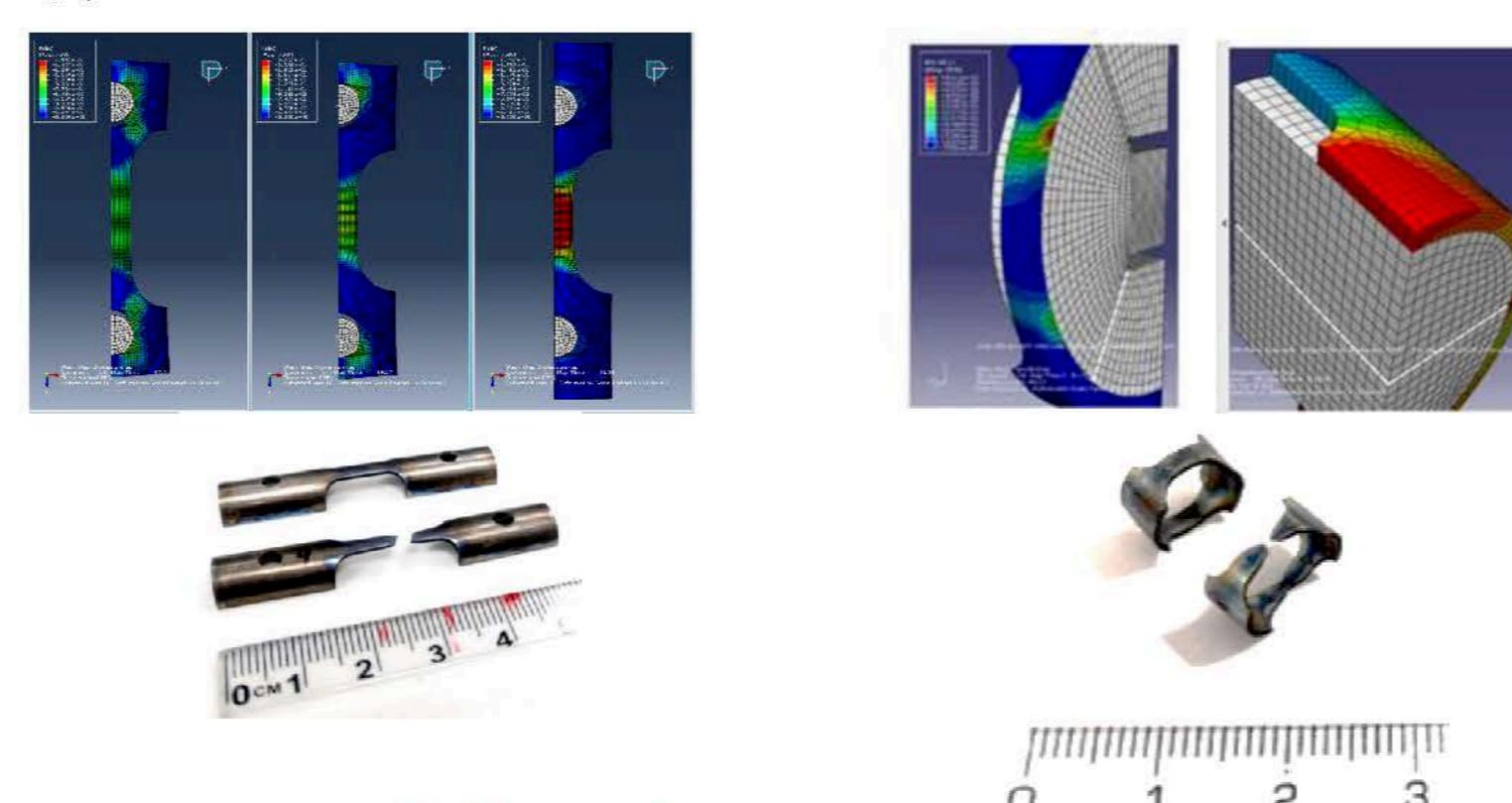


WP1. Posouzení bezpečnosti a výpočetní aparát

Cílem aktivit je na základě existující znalostní báze identifikovat konkrétní zaměření dalších výzkumných aktivit. V oblasti chování použitého jaderného paliva běží několik mezinárodních projektů, které mohou poskytnout vstupní data pro naše bezpečnostní rozboru, ale určitě nepokrývají všechna specifika problematiky použitého jaderného paliva v ČR. Centrum Výzkumu a UVJ proto navrhne rozsah mezinárodní spolupráce a zajistí přístup k datům, kvalifikovanou účast na jednáních a rozbor získaných znalostí a dat.

Druhou oblastí v tomto workpackage je vývoj a validace výpočetních modelů, které budou použity k posouzení bezpečnosti. Modely budou pokrývat mechanické chování palivových souborů jako celků i jejich komponent, kvantifikaci podmínek stárnutí a degradace palivového souboru, zejména teplota během pobytu v mezikladu, neboť to je určující parametr, který určuje, v jakém stavu bude palivo přivezeno na úložiště.

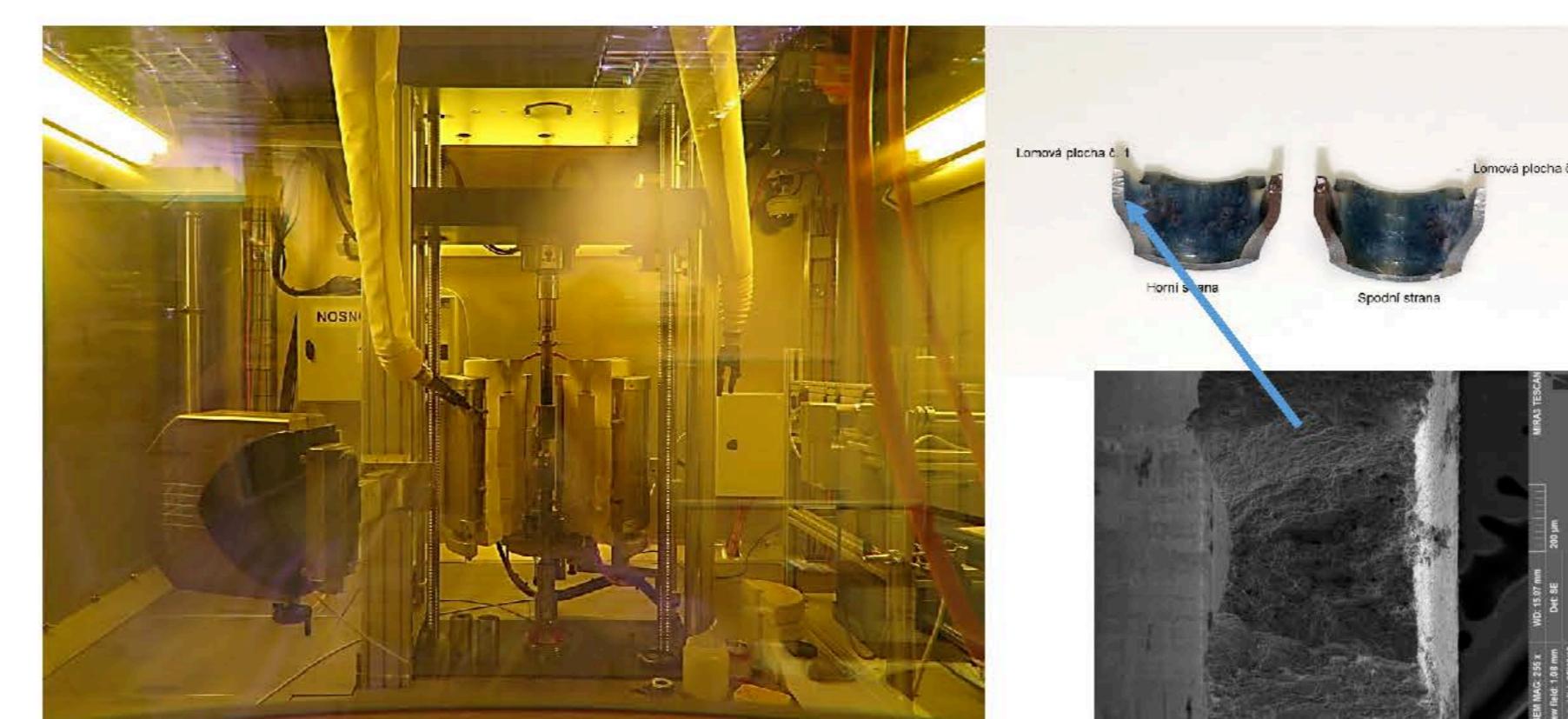
Pozornost bude věnována i modelům pro stanovení zdrojového členu (dávkové příkony včetně uvolněné aktivity).



WP2. Materiálové testy

Největší překážkou pro stanovení materiálových vlastností pro potřeby analýz pro hlubinné úložiště se v této době jeví nedostatek ozářeného materiálu. Proto se jako nejperspektivnější cesta, jak získat materiál dobrě reprezentující použité jaderné palivo českých JE, jeví ozáření materiálu ve výzkumném reaktoru LVR-15 spojené s urychleným stárnutím (autoklávové zkoušky atd.). Paralelně s tímto vyuvineme snahu získat tyto materiály od spolupracujících organizací (viz WP1 a účast v mezinárodních projektech) a případně přímo z českých JE (WP4).

Jádrem tohoto WP bude výzkum degradace materiálových vlastností konstrukčních materiálů palivových souborů během ozařování v reaktoru, pobytu v bazénu skladování použitého jaderného paliva a následného skladování v obalovém souboru, identifikace dopadů na bezpečnost transportu a manipulace s vyhořelým jaderným palivem. Experimenty se také zaměří na stanovení limitů selhání materiálu.



WP3. Simulace transportu a manipulací

V rámci tohoto WP proběhnou reálné manipulace s imitátory palivových souborů a to jak pro transport, tak v prostředí mock-up horké komory určené pro přeložení paliva do finálního obalového souboru v areálu úložiště.

Proběhne změření vibračních charakteristik imitátoru a jeho deformací při simulovaných manipulacích a postulovaných nehodách. Měření proběhne na instrumentovaných imitátorech palivového souboru VVER 440 i VVER 1000. Na základě těchto měření proběhne výpočtová simulace pro srovnání s experimenty a následné stanovení bezpečnostních kritérií a okrajových podmínek. Průběh operací bude analyzován a na jeho základě proběhne návrh optimálního uspořádání horké komory určené k překladu.



WP4. Možnosti získání informací o reálném stavu paliva JE Dukovany a JE Temelín

Jediný typ paliva, u kterého je na českých JE podrobně znám jeho stav po vyvezení z reaktoru, je WEC palivo. U všech ostatních typů paliva nebyla provedena reálná měření korozního stavu. Bezpečnostní analýzy pro úložiště bude možné provést i na základě nepřímých informací o stavu paliva, například na základě výpočetních analýz a přenosu výsledků z jiných bloků. Přesto by bylo vhodné získat tyto informace také z reálného stavu palivových souborů.

Cílem WP je zjištění a popis možností (feasibility study) získání těchto dat jedním z následujících způsobů:

- Vyvezení ozářených palivových proutků do zahraniční spolupracující organizace v součinnosti s ČEZ
- Vývoj nedestruktivních metod charakterizace stavu použitého jaderného paliva v bazénu skladování JE Temelín a JE Dukovany
- Získání palivových proutků z bloků s ekvivalentním palivem a s ekvivalentními podmínkami provozu (Slovensko, Finsko), rekonstrukce palivové komory v areálu ÚJV Řež pro potřeby destruktivního testování vyhořlého jaderného paliva. V areálu ÚJV Řež historicky bylo prováděno destruktivní testování palivových proutků a jedním ze směrů této feasibility study bude i možnost obnovení tohoto testování v areálu.

Cíle projektu:

Získání základních bezpečnostních návodů a parametrů pro ukládání paliva se zohledněním všech manipulací nutných pro finální uložení v hlubinném úložišti.